

MINERAIS EM CAFÉ CRU DO BRASIL

Luís F. PAULUCI¹, Marcelo A. MORGANO^{1*}, Emília E. M. MORI², Roni V. RECHE¹
e Dilza M. B. MANTOVANI¹

¹Centro de Química de Alimentos e Nutrição Aplicada - ²Laboratório de Análises Físicas e Sensoriais - ITAL, CEP 13073-001, Campinas-SP, BR. *e-mail: morgano@ital.org.br

RESUMO: Com o objetivo de avaliar a presença de elementos minerais em amostras de café brasileiro procedentes dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Paraná, Espírito Santo, foi realizada a determinação dos elementos alumínio, bário, cálcio, cobalto, cobre, ferro, potássio, magnésio, manganês, níquel, fósforo e zinco usando a técnica de espectrometria de emissão óptica com fonte de plasma de argônio indutivamente acoplado. Os teores dos minerais (em mg/kg) encontrados nas diferentes amostras variaram entre: Al (0,612 a 32,2), Ba (0,427 a 17,6), Ca (795 a 1889), Co (0 a 0,554), Cu (6,21 a 369), Fe (23,3 a 367), P (1172 a 1826), K (12252 a 17205), Mg (1363 a 2059), Ni (0 a 44,2), Zn (3,71 a 57,0) e Mn (14,2 a 60,4).

PALAVRAS-CHAVE: café cru, minerais, determinação, espectrometria de emissão.

ABSTRACT: With the aim of evaluating the presence of mineral elements in samples of Brazilian coffee coming from the states of São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Paraná, Espírito Santo, the determination of the elements aluminum, barium, calcium, cobalt, copper, iron, potassium, magnesium, manganese, nickel, phosphorus and zinc using the technique of inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy were carried out. The levels of the minerals (in mg/kg) found in the different samples varied among: Al (0.612 to 32.2), Ba (0.427 to 17.6), Ca (795 to 1889), Co (0 to 0.554), Cu (6.21 to 369), Fe (23.3 to 367), P (1172 to 1826), K (12252 to 17205), Mg (1363 to 2059), Ni (0 to 44.2), Zn (3.71 to 57.0) and Mn (14.2 to 60.4).

KEYWORDS: green coffee, minerals, determination, emission spectrometry.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de café, tendo suas principais regiões cafeeiras situadas nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Paraná. O estado de Minas Gerais é o líder, produzindo 55,5% da produção total de café cru, seguido pelo Espírito Santo com 15,2%, São Paulo com 13,0%, Paraná com 5,5%, Bahia com 4,8% e Rondônia com 4,2%. Os demais estados juntos produzem apenas cerca de 1,8% [1].

Existem muitas espécies e variedades de café. As espécies de importância econômica são o *Coffea arabica* e o *Coffea canephora* (conhecida como Robusta). O Brasil produz dois cultivares de café: o arábica e o robusta (no Brasil conhecido como *conillon*). O primeiro é característico dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná. O segundo é plantado, principalmente, no estado do Espírito Santo [2].

O café cru apresenta teores de 8,6 a 12,6 % de proteínas, 12,3 a 14,0% de lipídeos e 3,5 a 4,5% de minerais, dependendo da variedade considerada [2,3]. Alguns dos minerais essenciais para o funcionamento metabólico normal de um organismo podem ser encontrados no café [1]. Dentre esses, destacam-se os macroelementos Ca, K, Mg, Na e P e os microelementos Cu, Fe, Mn, Zn, Co, Cr. O café possui ainda um microelemento provavelmente essencial, o níquel e também apresenta em sua composição elementos como o Al, Ba entre outros.

Devido ao Brasil ser um dos maiores produtores de café, é importante que se faça a caracterização de sua composição química. Assim, o objetivo deste trabalho foi de caracterizar cafés provenientes de diferentes regiões do Brasil (MG, ES, SP, PR e BA) quanto a presença dos seguintes elementos minerais Al, Ba, Ca, Co, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, P, Zn.

MATERIAL E MÉTODOS

AMOSTRAS - As amostras de café cru foram colhidas em sítios e fazendas produtoras de café de dez cidades paulistas (Águas da Prata, Campinas, Espírito Santo do Pinhal, Franca, Jeriquara, Marília, Mogi Guaçu, Pedregulho, Santo Antônio do Jardim e São Manoel), quinze cidades mineiras (Alfenas, Araponga, Arceburgo, Borda da Mata, Cabo Verde, Caratinga, Carmo do Rio Claro, Coromandel, Muzambinho, Ouro Fino, Paracatu, Patrocínio, Poços de Caldas, Rio Paranaíba e Varginha), duas cidades baianas (Brejões e Barreiras), duas cidades paranaenses (Bela Vista do Paraíso e Congonhinhas) e uma cidade capixaba (Marechal Floriano). Foram utilizadas 25 amostras de café cru do estado de São Paulo, 23 amostras de Minas Gerais, 5 da Bahia, 2 do Paraná e uma do Espírito Santo.

Os grãos das amostras de café cru são referentes as safras de 1998 a 2000. Os cultivares estudados foram: *Mundo Novo*, *Catuai*, *Catuai Amarelo* e *Icatu Amarelo 3282*.

As determinações dos minerais alumínio, bário, cálcio, cobalto, cobre, ferro, fósforo, magnésio, manganês, níquel, potássio e zinco foram realizadas em triplicata nas amostras e quantificadas pela técnica de Espectrometria de Emissão Ótica com fonte de Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES).

METODOLOGIA PARA PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS - As amostras de café cru na forma de grãos foram homogeneizadas em moinho de facas com refrigeração até a obtenção de partículas perfeitamente pulverizadas e de tamanho uniforme. Utilizou-se o método de digestão por via seca (cinzas), de acordo com o seguinte procedimento: - Pesou-se 1,0000 g \pm 0,0011 g da amostra de café em cápsulas de platina. Incinerou-se em mufla à temperatura de 450°C durante 24 horas. As cinzas foram dissolvidas com 2,1 mL de ácido clorídrico concentrado e diluídas em balões volumétricos de 50 mL com água bidestilada.

INSTRUMENTAÇÃO - A quantificação dos minerais presentes nas amostras de café cru foi realizada utilizando-se um ICP, modelo ICP 2000 BAIRD (Massachusetts, USA). As condições de operação do equipamento encontram-se na Tabela 1. Os comprimentos de onda, em nm, usados para as determinações dos 12 elementos foram: Al 308,21; Ba 493,41; Ca 317,93; Co 228,62; Cu 324,75; Fe 259,94; P 178,28; Mg 279,08; Mn 257,61; Ni 231,60; K 766,49; Zn 231,86. Foi efetuada a correção de radiação de fundo para todos os elementos determinados, usando o software do equipamento. As curvas analíticas definidas para cada elemento, mostraram-se lineares em toda a faixa de trabalho e cobriram as concentrações das amostras.

Tabela 1: Condições de operação do espectrômetro de emissão.

Potência do plasma	1,0 KW
Gás refrigerante (Ar)	7,0 L min ⁻¹
Gás auxiliar (Ar)	7,0 L min ⁻¹
Vazão da amostra	2,1 mL min ⁻¹
Altura de observação vertical ^a	19 mm
Pressão do nebulizador ^b	3 bar

^aacima da bobina de indução; ^bnebulizador pneumático concêntrico.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A média, o desvio padrão e o teor mínimo e máximo de cada elemento mineral, por estado são apresentados, em mg/kg, nas Tabelas 2 a 7.

O elemento **alumínio** apresentou variação significativa em relação aos teores médios obtidos para as amostras dos diferentes estados. Verifica-se que os estados de São Paulo e Minas Gerais possuem resultados bem próximos para tal elemento (12,2 e 12,6 mg/kg, respectivamente).

Uma variação muito grande apresentou o elemento **bário** em relação aos teores médios dos diferentes estados. Nenhum valor pôde ser considerado próximo em termos dos coeficientes de variação apresentados.

Para o elemento **cálcio** encontrou-se resultados médios próximos nas amostras procedentes dos cinco estados, destacando-se os resultados dos estados de São Paulo e Minas Gerais (1247 e 1287 mg/kg, respectivamente) e para os estados da Bahia, Paraná e Espírito Santo (1119, 1191 e 1091 mg/kg, respectivamente).

Tabela 2: Teores de Minerais para Café (mg/kg).

Estado de São Paulo				
Elemento	Média	Desvio Padrão	Teor Mínimo	Teor Máximo
Alumínio	12,2	± 6,4	1,53	25,2
Bário	7,92	± 4,01	1,73	17,6
Cálcio	1247	± 158	1009	1586
Cobalto	0,375	± 0,274	0,000	1,16
Cobre	35,4	± 80,4	8,36	369
Ferro	90,4	± 86,7	23,4	367
Fósforo	1470	± 104	1290	1688
Magnésio	1818	± 120	1526	1977
Manganês	34,8	± 11,2	21,4	60,4
Níquel	7,51	± 10,61	0,337	44,2
Potássio	15266	± 1009	12906	17003
Zinco	9,04	± 11,51	3,71	57,0

Tabela 4: Teores de Minerais para Café (mg/kg).

Estado de Minas Gerais				
Elemento	Média	Desvio Padrão	Teor Mínimo	Teor Máximo
Alumínio	12,6	± 8,1	0,612	26,6
Bário	4,80	± 3,15	2,10	13,6
Cálcio	1287	± 193	1012	1889
Cobalto	0,201	± 0,163	0,000	0,554
Cobre	14,8	± 2,6	6,21	19,8
Ferro	38,4	± 15,8	23,3	99,2
Fósforo	1507	± 185	1172	1826
Magnésio	1799	± 104	1619	2059
Manganês	32,2	± 11,6	14,2	56,6
Níquel	1,16	± 1,48	0,000	6,61
Potássio	15113	± 1197	12758	17205
Zinco	6,64	± 1,89	4,83	12,4

Tabela 6: Teores de Minerais para Café (mg/kg).

Estado do Espírito Santo				
Elemento	Amostra 50	Desvio Padrão	Teor Mínimo	Teor Máximo
Alumínio	23,8	*	*	*
Bário	1,02	*	*	*
Cálcio	1091	*	*	*
Cobalto	0,000	*	*	*
Cobre	10,3	*	*	*
Ferro	44,8	*	*	*
Fósforo	1309	*	*	*
Magnésio	1651	*	*	*
Manganês	24,7	*	*	*
Níquel	1,06	*	*	*
Potássio	12836	*	*	*
Zinco	4,35	*	*	*

* Devido ao fato de analisar-se apenas uma amostra para este estado, torna-se incoerente a representação de tais parâmetros.

Tabela 3: Teores de Minerais para Café (mg/kg).

Estado da Bahia				
Elemento	Média	Desvio Padrão	Teor Mínimo	Teor Máximo
Alumínio	17,8	± 8,4	12,4	32,2
Bário	1,64	± 0,84	0,427	2,41
Cálcio	1119	± 287	795	1503
Cobalto	0,069	± 0,095	0,000	0,183
Cobre	57,0	± 90,9	12,0	219
Ferro	60,1	± 26,3	34,7	93,0
Fósforo	1405	± 127	1230	1537
Magnésio	1777	± 165	1639	2050
Manganês	20,3	± 3,8	15,0	24,6
Níquel	2,08	± 2,21	0,468	5,26
Potássio	14509	± 1674	12252	16262
Zinco	11,6	± 13,0	4,77	34,8

Tabela 5: Teores de Minerais para Café (mg/kg).

Estado do Paraná				
Elemento	Média	Desvio Padrão	Teor Mínimo	Teor Máximo
Alumínio	8,13	± 1,3	7,23	9,03
Bário	2,42	± 1,91	1,07	3,77
Cálcio	1191	± 174	1068	1315
Cobalto	0,019	± 0,027	0,000	0,038
Cobre	12,6	± 0,9	12,0	13,3
Ferro	29,1	± 1,6	28,0	30,2
Fósforo	1333	± 59	1291	1374
Magnésio	1491	± 182	1363	1620
Manganês	30,4	± 4,5	27,2	33,5
Níquel	0,591	± 0,06	0,545	0,636
Potássio	14235	± 1599	13104	15365
Zinco	5,22	± 1,6	4,10	6,35

Tabela 7: Teores de Minerais para Café (mg/kg).

República Federativa do Brasil				
Elemento	Média	Desvio Padrão	Teor Mínimo	Teor Máximo
Alumínio	13,0	± 7,4	0,612	32,2
Bário	5,76	± 4,00	0,427	17,6
Cálcio	1247	± 187	795	1889
Cobalto	0,268	± 0,242	0,000	1,16
Cobre	27,6	± 60,1	6,21	369
Ferro	63,3	± 63,8	23,3	367
Fósforo	1472	± 148	1172	1826
Magnésio	1792	± 131	1363	2059
Manganês	32,1	± 11,3	14,2	60,4
Níquel	4,11	± 7,82	0,000	44,2
Potássio	15055	± 1196	12252	17205
Zinco	8,06	± 8,64	3,71	57,0

Foi encontrada uma alta variação entre os teores médios de **cobalto** presentes nas amostras dos diferentes estados. Isto ocorre principalmente porque sua concentração é relativamente baixa, ao nível de partes por bilhão, o que pode provocar variações altas devido a qualquer discrepância entre seus resultados.

O elemento **cobre** apresentou variações significativas também em relação ao valor do teor médio entre os cinco estados. Observa-se que duas amostras paulistas e uma amostra baiana são responsáveis por esta variação. Elas podem ser classificadas como *outliers*, ou seja, apresentam teores discrepantes. Devido aos teores elevados deste mineral (369 mg/kg; 219 mg/kg e 215 mg/kg), estas amostras elevaram o valor dos teores médios nos estados de São Paulo e Bahia, provocando uma falsa interpretação dos mesmos. Estes altos teores de cobre podem estar relacionados a adição de sais de cobre a cultura de café para evitar a “ferrugem” dos cafezais [4].

Para o elemento **ferro** detectamos uma alta variação também em relação aos seus valores de teor médio nos estados. Existem valores discrepantes que elevam o valor do teor médio das amostras paulistas (367 mg/kg; 201 mg/kg e 297 mg/kg). Mesmo assim, se não considerássemos os valores discrepantes a variação ainda iria ser considerável.

O elemento **fósforo** demonstrou uma boa similaridade em relação aos resultados dos teores médios estaduais obtidos. Verifica-se que nos estados do Paraná e do Espírito Santo esses teores são menores mas, mesmo assim, há uma grande similaridade dos resultados.

Os teores médios de **magnésio** nas amostras, em relação aos diferentes estados, apresentaram-se próximos. A similaridade é muito boa se excluirmos o valor do teor médio das amostras paranaenses, pois as mesmas apresentam valores mais distantes em relação aos demais estados.

O teor médio do elemento **manganês** nos estados pode ser considerado muito próximo para os estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná (respectivamente 34,8, 32,2 e 30,4 mg/kg) e razoavelmente próximo para os estados do Espírito Santo e Bahia (respectivamente 24,7 e 20,3 mg/kg).

Os teores médios do elemento **níquel** nos estados de Minas Gerais, Paraná, Espírito Santo e Bahia foram muito “próximos” (respectivamente 1,16, 0,591, 1,06 e 2,08 mg/kg). As amostras paulistas apresentaram elevados teores de níquel, em relação às amostras dos demais estados. Três dessas amostras provavelmente apresentam *outliers* (44,2 mg/kg; 20,9 mg/kg e 31,0 mg/kg).

O elemento **potássio** apresentou concentrações similares para os valores médios de teor nas amostras dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Bahia (respectivamente, 15266, 15113, 14235, 14509 mg/kg). Seu teor médio no estado do Espírito Santo foi baixo em relação aos demais estados, apresentando uma concentração igual a 12836 mg/kg.

As concentrações médias do elemento **zinco** nos estados do Espírito Santo, Paraná e Minas Gerais podem ser consideradas relativamente similares (respectivamente 4,35, 5,22 e 6,64 mg/kg). No geral, o teor de zinco é razoavelmente variável de um estado para o outro.

CONCLUSÃO

Foram encontrados níveis elevados dos elementos Cu, Fe e Ni em amostras de café procedentes de três cidades paulistas e uma cidade da Bahia. Níveis altos de cobre podem causar doenças como cirrose hepática, icterícia. Níquel causa problemas gastrointestinais e o excesso de ferro provoca o aumento na produção de radicais livres no organismo, responsáveis por doenças degenerativas e processos de envelhecimento.

Os teores obtidos para os elementos Al, Ba, Co, Fe e Zn apresentaram grandes variações de um estado para outro. Os teores dos elementos Ca, P, Mg, Mn e K apresentaram-se similares nas amostras procedentes dos estados de SP, MG, ES, BA e PR e estes teores mostram que o café pode ser considerado como boa fonte destes minerais. As variações encontradas nos teores dos diferentes elementos entre os estados provavelmente estão relacionadas com a variedade do café, tipo de solo, época de colheita, clima, adição de fungicidas e adubação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M.S.M. Saes, M. Jayo, *Competitividade no Agribusiness Brasileiro*, Vol. 4, São Paulo, 1998, p.3, 9, 136.
- [2] M.A.W.H. Ukers, *All About Coffee*, 2th Ed., New York, 1935, p.149, 293, 733-964.
- [3] R. Drews, *Green and Roasted Coffee Tests*, 1963, p.168-169.
- [4] E. Malavolta, *Nutrição Mineral e Adubação do Cafeeiro*, 2^a Ed., Piracicaba, 1978, p.1-28.

AVISO

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS
SEGUINTE ENDEREÇOS:

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV
Viçosa - MG
Cep: 36571-000
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485
Fax : (31) 3891-3911

EMBRAPA CAFÉ

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)
Edifício Sede da Embrapa - sala 321
Brasília - DF
Cep: 70770-901
Tel: (61) 448-4378
Fax: (61) 448-4425